

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-182365

(43)Date of publication of application : 26.06.2002

(51)Int.Cl. G03F 1/08
C23C 14/14
C23C 14/34

(21)Application number : 2000-378962

(71)Applicant : TOSHIBA CORP
TOSHIBA ELECTRONIC
ENGINEERING CORP

(22)Date of filing : 13.12.2000

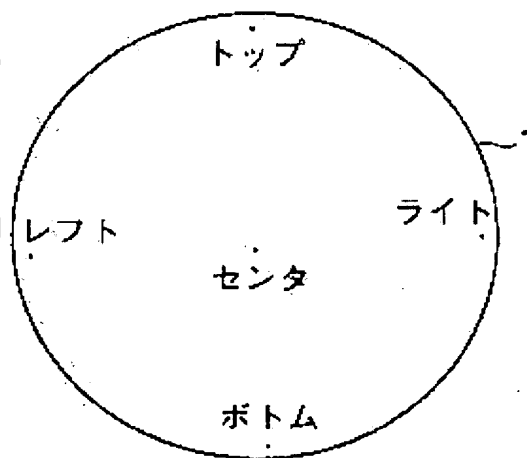
(72)Inventor : WATANABE TAKASHI
YAMANOBE TAKASHI
ISHIGAMI TAKASHI
WATANABE KOICHI
YABE YOICHIRO
SUZUKI YUKINOBU

(54) SPUTTERING TARGET, METHOD FOR PRODUCING THE SAME, PHASE SHIFT MASK
BLANK AND PHASE SHIFT MASK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a sputtering target capable of stably forming a film having diminished particles and a uniform film thickness.

SOLUTION: The sputtering target consists of 70-97 wt.% silicon and the balance high melting point metal silicide in substance and the metallic structure has at least a silicon phase and a high melting point metal silicide phase consisting of silicon and the high melting point metal. The oxygen content of the target is ≤ 500 ppm and the nitrogen and carbon contents are ≤ 200 ppm each.



*** NOTICES ***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]At 70 to 97 % of the weight, silicon is a sputtering target which consists of high-melting point metal silicide substantially, and the remainder a metal texture, A sputtering target which has at least a silicon phase and a high-melting point metal silicide phase which consists of said silicon and said refractory metal and in which an oxygen content is characterized by content of 500 ppm or less, nitrogen, and carbon being 200 ppm or less.

[Claim 2]The sputtering target according to claim 1, wherein said refractory metals are at least one or more sorts of metal chosen from a group which consists of molybdenum, tungsten, titanium, chromium, tantalum, and niobium.

[Claim 3]The sputtering target according to claim 1 or 2, wherein a maximum droplet size of said high-melting point metal silicide phase is 20 micrometers or less.

[Claim 4]Claims 1 thru/or 3 containing at least one or more sorts of elements chosen from a group of boron, Lynn, antimony, and arsenic 0.1 ppm - 0.5% of the weight are the sputtering targets of a statement either.

[Claim 5]Claims 1 thru/or 4, wherein relative density is not less than 90% are the sputtering targets of a statement either.

[Claim 6]A manufacturing method of a sputtering target in which a metal texture has at least a silicon phase and a high-melting point metal silicide phase which consists of said silicon and said refractory metal by the remainder consisting of high-melting point metal silicide substantially at 70 to 97 % of the weight in silicon characterized by comprising the following.

High-purity-silicon powder of 32 micrometers or less of maximum droplet sizes.

A process of mixing high-melting point metal powder of 20 micrometers or less of maximum droplet sizes.

A process of forming metal silicide by filling up type for shaping with said powder mixture,

heating at 1000 ** - 1300 ** under pressing pressure of the inside of a vacuum of 10^{-2} - 10^{-3} Pa, and 0.1 - 3MPa, and making said silicon and a refractory metal reacting.

A process sintered and elaborated at 1350 ** - 1450 ** under pressing pressure of 24.5 -

39.2MPa in a vacuum of 10^{-2} - 10^{-3} Pa, or an inert gas atmosphere of 5.32×10^{-4} - 6.65×10^{-4} Pa.

[Claim 7]A manufacturing method of the sputtering target according to claim 6, wherein said refractory metals are at least one or more sorts of metal chosen from a group which consists of molybdenum, tungsten, titanium, chromium, tantalum, and niobium.

[Claim 8]A manufacturing method of the sputtering target according to claim 6 or 7, wherein it heat-treats said high-purity-silicon powder and it is deoxidized at temperature of 1000 °C - 1200 °C among a vacuum of 10^{-2} - 10^{-3} Pa before mixing with said high-melting point metal powder.

[Claim 9]at least -- in part -- a claim -- a phase shift mask blank which has the thin film formed using a sputtering target of a statement one to 5 either.

[Claim 10]at least -- in part -- a claim -- a phase shift mask which has the thin film formed using a sputtering target of a statement one to 5 either.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention uses silicon (Si) as the main ingredients, and relates to the sputtering target containing a refractory metal, its manufacturing method and a phase shift mask blank, or a phase shift mask.

[0002]

[Description of the Prior Art]As next-generation photolithography technique, the art of a phase shift lithography attracts attention. This art does not add change to an optical system, but is the method of raising the resolution of optical lithography only by change of a mask, and improves resolution by giving phase contrast between the exposing light which penetrates a photo mask.

[0003]The halftone type phase shift mask is developed as one of said the phase shift masks in recent years. Since an optical semi transmission part has two functions of the shielding function which intercepts exposing light substantially, and the phase shifting function to which the phase of light is shifted (reversal), this does not need to form independently a light-shielding film pattern and a phase shifting layer pattern, and has the feature that composition is simple and manufacture is also easy.

[0004]Conventionally, the optical semi transmission part of said phase shift mask is constituted by the thin film which consists of metal, such as molybdenum, silicon, and material that makes oxygen a main component. Said material is molybdenum silicide (MoSix), Mo and Si (MoSiO) which specifically oxidized, or Mo and Si (MoSiON). [nitriding / Si / which oxidized]

[0005]It is indicated by JP,10-73913,A by controlling the content of an oxygen content or oxygen, and nitrogen that the transmissivity of the optical semi transmission part of a phase shift mask is controllable. It is indicated by selecting the thickness of a thin film in this gazette that a phase shifting amount is controllable. By using such a material, an optical semi transmission part can be constituted from a film of a monolayer, and it is also indicated that it becomes possible to simplify stage film formation.

[0006]However, the film of the MoSiO system which is the conventional material, or a MoSiON system was weak in acid, such as sulfuric acid which will be used for washing etc. if the degree of oxidation nitriding becomes strong too much, and the set-up transmissivity and phase contrast had a problem which a gap produces.

[0007]The design of the mask which uses KrF excimer laser light especially needs to set, and it is necessary to fully perform oxidation and nitriding from the necessity of making an extinction coefficient small. For this reason, it is generated more by the phase shift mask which consists of material mentioned above, and it *-comes to be easy of said problem.

[0008]Since it is such, these days, it has acid resistance and high transmissivity with it, and the material of an Si system which can make an extinction coefficient small comparatively easily attracts attention. In order to form this Si system material to the optical semi transmission part of a phase shift mask, the method of carrying out reactive sputtering of the target of an Si system in the atmosphere of argon + oxygen (nitrogen) is adopted.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, an oxide and a nitride deposit membrane formation of said Si system material on a target surface, and it becomes unstable discharging it as it raises oxidation of sputtering ambient, and a nitriding degree. For this reason, transmissivity and the homogeneity of thickness fall and the particle by abnormal discharge occurs frequently. Although the target (Plastic solid) used here is generally manufactured by a powder sintering process, when membranes are formed using the conventional low-density target, it is easy to generate abnormal discharge in a hole part etc., and easy to generate particle. Since Si is furthermore used as the main ingredients, conductivity poses a problem. That is, if sufficient conductivity for a target is not given, in DC sputtering, it will become discharge instability, and it will become difficult to form a good film.

[0010]This invention tends to provide reduction in particle, an Si system sputtering target which it is stabilized and can form the film of uniform thickness, and a manufacturing method for the same.

[0011]This invention has little particle in a film, and tends to provide the phase shift mask blank and phase shift mask which have a thin film of uniform thickness.

[0012]

[Means for Solving the Problem]A sputtering target concerning this invention content of silicon, At 70 to 97 % of the weight, the remainder is a sputtering target which consists of high-melting point metal silicide substantially, and a metal texture, It has at least a silicon phase and a high-melting point metal silicide phase which consists of said silicon and said refractory metal, and an oxygen content is characterized by content of 500 ppm or less, nitrogen, and carbon being 200 ppm or less.

[0013]the sputtering target of such this invention can perform stable membrane formation which controlled generating of particle, and it forms a film of uniform thickness -- things can be carried out.

[0014]A manufacturing method of a sputtering target concerning this invention this invention, In silicon, at 70 to 97 % of the weight, the remainder consists of high-melting point metal silicide substantially, and a manufacturing method of a sputtering target in which a metal texture has at least a silicon phase and a high-melting point metal silicide phase which consists of said silicon and said refractory metal is characterized by comprising the following:

High-purity-silicon powder of 32 micrometers or less of maximum droplet sizes.

A process of mixing high-melting point metal powder of 20 micrometers or less of maximum droplet sizes.

A process of forming metal silicide by filling up type for shaping with said powder mixture, heating at 1000 °C - 1300 °C under pressing pressure of the inside of a vacuum of 10^{-2} - 10^{-3} Pa, and 0.1 - 3MPa, and making said silicon and a refractory metal reacting.

A process sintered and elaborated at 1350 °C - 1450 °C under pressing pressure of 24.5 - 39.2MPa in a vacuum of 10^{-2} - 10^{-3} Pa, or an inert gas atmosphere of 5.32×10^{-4} - 6.65×10^{-4} Pa.

[0015]According to a method of such this invention, stable membrane formation which controlled generating of particle can be performed, and a sputtering target which can form a film of uniform thickness can be manufactured.

[0016]A phase shift mask blank and a phase shift mask concerning this invention have the thin film formed using a sputtering target of this invention in part at least.

[0017]Such a phase shift mask blank and a phase shift mask of this invention have little particle in a film, and have a thin film of uniform thickness.

[0018]

[Embodiment of the Invention]The sputtering target concerning this invention is explained in detail below.

[0019]silicon is 70 to 97 % of the weight, and the sputtering target of this invention is a sputtering target in which the remainder consists of high-melting point metal silicide substantially -- a metal texture -- °C -- with a silicon phase, even if small. It has a high-melting point metal silicide phase which consists of said silicon and said refractory metal. Said sputtering target is [the content of 500 ppm or less, nitrogen, and carbon] 200 ppm or less in oxygen content.

[0020]When the silicon content in said TAGETO is carried out to less than 70% of the weight, there is a possibility that a military requirement (acid resistance, high transmissivity) may fall as an optical semi transmission part of the phase shift mask of the film formed by carrying out sputtering of this target. There is a possibility that membrane formation nature may deteriorate 97 % of the weight, and said silicon content may, on the other hand, cause abnormal discharge and increase of particle. The silicon content in said more desirable TAGETO is 70 to 95 % of the weight, and a still more desirable silicon content is 80 to 90 %

of the weight.

[0021]If the oxygen content in said TAGETO exceeds 500 ppm or the content of nitrogen and carbon exceeds 200 ppm, when carrying out sputtering of this target, membrane formation of particle occurring will become unstable, and there is a possibility that the acid resistance over the acid etc. which are used at the time of washing may fall. 200 ppm or less of oxygen contents in said more desirable TAGETO are 100 ppm or less still more preferably. 100 ppm or less of content of nitrogen in said more desirable TAGETO and carbon is 50 ppm or less still more preferably.

[0022]The metal texture of the target in this invention has at least a silicon phase and a high-melting point metal silicide phase which consists of said silicon and said refractory metal. This has the more stable direction which carries out silicide formation and exists from the case where a refractory metal exists alone, is stabilized and can perform sputtering. Although it is preferred to carry out silicide formation as for all refractory metals, it may exist alone in part.

[0023]As said refractory metal, at least one or more sorts of metal chosen from the group which consists of molybdenum, tungsten, titanium, chromium, tantalum, and niobium, for example can be used.

[0024]As for the maximum droplet size of said high-melting point metal silicide phase, it is more preferably desirable most preferably that it is 3-5 micrometers 10 micrometers or less 20 micrometers or less. While the sputtering target containing the high-melting point metal silicide phase with which such particle diameter regulation was made controls the abnormal discharge at the time of weld slag and being able to control generating of particle more effectively, it becomes possible to equalize thickness.

[0025]As for said target, it is preferred that relative density is not less than 90%. While the sputtering target which has such density controls control and generating of particle for the abnormal discharge at the time of weld slag, it becomes possible to equalize thickness. The relative density of said more desirable target is not less than 98% most preferably not less than 95%.

[0026]As for said target, it is preferred to make at least one or more sorts of elements further chosen from the group of boron, Lynn, antimony, and arsenic contain 1 ppm - 0.5% of the weight. Since conductivity is further given to the target which makes conductive low silicon a main phase when the sputtering target of such composition contains said element, the stable DC sputtering becomes possible.

[0027]Next, an example of the manufacturing method of the sputtering target concerning this invention is explained in detail.

[0028](The 1st process) To the silicon powder of the high grade of 32 micrometers or less of maximum droplet sizes, first Molybdenum with a mean particle diameter of about 10 micrometers or less, At least one or more sorts of element powder chosen from the group of tungsten, titanium, chromium, tantalum, and niobium are added, at least one or more sorts of element powder chosen from the group of boron with a mean particle diameter of

around about 10 micrometers, Lynn, antimony, and arsenic if needed are added, and it mixes.

[0029]If said maximum droplet size uses the silicon powder of the high grade containing the coarse grain over 32 micrometers, it will become an uneven cause of an organization not only by it becoming difficult to carry out densification at the time of shaping but by condensation etc., and it will become difficult to perform membrane formation stable at the time of sputtering. 20 micrometers or less of the desirable maximum grain particle diameter of silicon powder are 10 micrometers or less more preferably.

[0030]Since said silicon powder is very apt to adsorb oxygen, 1000-2000 ppm oxygen exists about at the time of arrival of goods. When this silicon powder is used as a raw material, oxygen of said extent will be contained at a target. Since it is such, before mixing silicon powder with said refractory metal, it is preferred among the high vacuum of 10^{-2} - 10^{-3} Pa that it is deoxidized at the temperature of 1000-1200 **, and the amount of oxygen uses silicon powder of about 300 ppm or less. By using such silicon powder as a raw material, it becomes possible to manufacture the target of hypoxia-izing (an oxygen content is 500 ppm or less) eventually specified by this invention.

[0031]Even if it does not perform said deoxidization process, said silicon powder is not specified at all, if the amount of oxygen eventually meant by this invention is obtained.

[0032]If the high-melting point metal powder containing the coarse grain exceeding 20 micrometers of maximum droplet sizes is used, it will become difficult to carry out densification at the time of shaping, and the dispersibility also falls to the pan with which the particle diameter of a high-melting point metal silicide phase becomes large. 20 micrometers or less of maximum droplet sizes of desirable high-melting point metal powder are 10 micrometers or less still more preferably. As for the mean particle diameter of said refractory metal, it is preferred that it is 3-7 micrometers. When the mean particle diameter of this high-melting point metal powder exceeds 7 micrometers, big and rough silicide particles occur and there is a possibility of deteriorating film formation characteristics. On the other hand, if the mean particle diameter of this high-melting point metal powder shall be less than 3 micrometers, an adsorption gas ingredient will increase, and it becomes difficult to control the gas constituents in the target obtained as a result. The mean particle diameter of said more desirable high-melting point metal powder is 4-5 micrometers.

[0033]When what has mean particle diameter coarser than 10 micrometers is used as an element like the boron added [element powder and if needed] like said molybdenum, there is a possibility of becoming an uneven cause of an organization not only by it becoming difficult to carry out densification at the time of shaping but by condensation etc. The more desirable mean particle diameter of these elements is 7 micrometers or less.

[0034]It is preferred to perform said mixing for 24 hours or more. In mixing of time shorter than this, the refractory metal to add has a possibility that the dispersibility of an alloying element like boron may fall from the first, and an organization may become uneven.

[0035](The 2nd process) A die is filled up with said powder mixture and it is heated at 1000 ** - 1300 ** under the pressing pressure of 0.1 - 3MPa among the vacuum of 10^{-2} - 10^{-3} Pa. At this time, the silicon powder and high-melting point metal powder in said powder mixture react, and high-melting point metal silicide is compounded. Continue and in the vacuum of 10^{-2} - 10^{-3} Pa, or 5.32×10^{-4} - 6.65×10^{-4} Pa inert gas atmosphere, By heating at 1350 ** - 1450 ** under the pressing pressure of 24.5 - 39.2MPa, the molded product containing said high-melting point metal silicide is elaborated, and a sputtering target is manufactured.

[0036]Namely, by holding composition of high-melting point metal silicide with low pressure under the temperature of 1000 ** - 1300 **, and performing pressure sintering directly under [melting point] Si which is a main phase after that, Eburnation (relative density is not less than 90%) is attained, and it becomes possible to manufacture the sputtering target specified by this invention.

[0037]The method of manufacturing the sputtering target of this invention is not specified at all, if the target specified by this invention is obtained.

[0038]The manufactured sputtering target can perform stable membrane formation which controlled generating of particle, and can obtain uniform thickness and can form the acid resistance the former and more than equivalent, and the film of high transmissivity.

[0039]In this invention, a phase shift mask blank and a phase shift mask can be manufactured by forming a thin film on a transparent substrate with a conventional method, using said sputtering target. By forming a thin film and specifically forming the optical diffusion shell, for example on a transparent substrate, a phase shift mask blank is manufactured and a phase shift mask is manufactured by patterning the optical diffusion shell further.

[0040]The phase shift mask blank and phase shift mask which were manufactured have little particle, and since they have uniform thickness, they have the good characteristic.

[0041]

[Example]Hereafter, the desirable example of this invention is described in detail.

[0042](Example 1) The Si powder sifted out and made into 32 micrometers or less of maximum droplet sizes was deoxidized at the temperature of 1000 ** in the high vacuum of 10^{-3} Pa, and the amount of oxygen prepared high grade Si powder of about 300 ppm or less. this high grade Si powder -- Mo powder of 21 micrometers (mean particle diameter of 10 micrometers) of maximum droplet sizes -- 5wt% -- it blended and mixed for 48 hours with the ball mill replaced with high grade Ar gas. It continued and was filled up with this powder mixture in the type for shaping made from black lead. After installing this type for shaping in the hot press device and holding 1150 ** x 1h by pressure 1.5MPa in the vacuum below degree-of-vacuum 5×10^{-3} , temperature up was carried out to 1390 **, and the precise sintered compact was produced by sintering on pressure 29.4MPa and 4-h conditions.

[0043]Predetermined machining and a grinding process were performed to the obtained sintered compact, and the target (127 mm in diameter and 6 mm in thickness) 1 was manufactured.

[0044](Example 2) The Si powder sifted out and made into 32 micrometers or less of maximum droplet sizes was deoxidized at the temperature of 1100 °C in the high vacuum of 10^{-3} Pa, and the amount of oxygen prepared Si powder of about 250 ppm or less. 100 ppm of boron (B) powder with a mean particle diameter of 7 micrometers was blended with this Si powder for Mo powder of 17 micrometers (mean particle diameter of 10 micrometers) of maximum droplet sizes 10wt%, and it mixed for 48 hours with the ball mill replaced with high grade Ar gas. It continued and was filled up with this powder mixture in the type for shaping made from black lead. After installing this type for shaping in the hot press device and holding 1200 °C x 1h by pressure 1.5MPa in the vacuum below degree-of-vacuum 5×10^{-3} , temperature up was carried out to 1400 °C, and the precise sintered compact was produced by sintering on pressure 34.3MPa and 3-h conditions.

[0045]Predetermined machining and a grinding process were performed to the obtained sintered compact, and the target (127 mm in diameter and 6 mm in thickness) was manufactured like Example 1.

[0046](Example 3) The Si powder sifted out and made into 32 micrometers or less of maximum droplet sizes was deoxidized at the temperature of 1100 °C in the high vacuum of 10^{-3} Pa, and the amount of oxygen prepared Si powder of about 250 ppm or less. 12 ppm of Lanthanum (P) powder with a mean particle diameter of 4 micrometers was blended with this Si powder for Mo powder of 20 micrometers (mean particle diameter of 10 micrometers) of maximum droplet sizes 15wt%, and it mixed for 48 hours with the ball mill replaced with high grade Ar gas. It continued and was filled up with this powder mixture in the type for shaping made from black lead. After installing this type for shaping in the hot press device and holding 1200 °C x 1h by pressure 1.5MPa in the vacuum below degree-of-vacuum 5×10^{-3} , temperature up was carried out to 1380 °C, and the precise sintered compact was produced by sintering on pressure 34.3MPa and 6-h conditions.

[0047]Predetermined machining and a grinding process were performed to the obtained sintered compact, and the target (127 mm in diameter and 6 mm in thickness) was manufactured like Example 1.

[0048](Example 4) The Si powder sifted out and made into 32 micrometers or less of maximum droplet sizes was deoxidized at the temperature of 1100 °C in the high vacuum of 10^{-3} Pa, and the amount of oxygen prepared Si powder of about 200 ppm or less. this Si powder -- Ta powder of 16 micrometers (mean particle diameter of 10 micrometers) of maximum droplet sizes -- 10wt% -- it blended and mixed for 48 hours with the ball mill replaced with high grade Ar gas. It continued and was filled up with this powder mixture in the type for shaping made from black lead. After installing this type for shaping in the hot press device and holding 1200 °C x 1h by pressure 1.5MPa in the vacuum below degree-of-

vacuum 5×10^{-3} , temperature up was carried out to 1390 **, and the precise sintered compact was produced by sintering on pressure 34.3MPa and 4-h conditions.

[0049]Predetermined machining and a grinding process were performed to the obtained sintered compact, and the target (127 mm in diameter and 6 mm in thickness) was manufactured like Example 1.

[0050](Example 5) The Si powder sifted out and made into 32 micrometers or less of maximum droplet sizes was deoxidized at the temperature of 1000 ** in the high vacuum of 10^{-3} Pa, and the amount of oxygen prepared Si powder of about 300 ppm or less. 210 ppm of arsenic (As) powder with a mean particle diameter of 4 micrometers was blended with this Si powder for Nb powder of 8 micrometers (mean particle diameter of 10 micrometers) of maximum droplet sizes 10wt%, and it mixed for 48 hours with the ball mill replaced with high grade Ar gas. It continued and was filled up with this powder mixture in the type for shaping made from black lead. After installing this type for shaping in the hot press device and holding 1200 ** x 1h by pressure 1.5MPa in the vacuum below degree-of-vacuum 5×10^{-3} , temperature up was carried out to 1350 **, and the precise sintered compact was produced by sintering on pressure 34.3MPa and 6-h conditions.

[0051]Predetermined machining and a grinding process were performed to the obtained sintered compact, and the target (127 mm in diameter and 6 mm in thickness) was manufactured like Example 1.

[0052](Example 6) The Si powder sifted out and made into 32 micrometers or less of maximum droplet sizes was deoxidized at the temperature of 1100 ** in the high vacuum of 10^{-3} Pa, and the amount of oxygen prepared Si powder of about 200 ppm or less. this Si powder -- the Cr powder of 10 micrometers (mean particle diameter of 10 micrometers) of maximum droplet sizes -- 10wt% -- it blended and mixed for 48 hours with the ball mill replaced with high grade Ar gas. It continued and was filled up with this powder mixture in the type for shaping made from black lead. After installing this type for shaping in the hot press device and holding 1100 ** x 2h by pressure 1.5MPa in the vacuum below degree-of-vacuum 5×10^{-3} , temperature up was carried out to 1330 **, and the precise sintered compact was produced by sintering on pressure 34.3MPa and 6-h conditions.

[0053]Predetermined machining and a grinding process were performed to the obtained sintered compact, and the target (127 mm in diameter and 6 mm in thickness) was manufactured like Example 1.

[0054](Example 7) The Si powder sifted out and made into 32 micrometers or less of maximum droplet sizes was deoxidized at the temperature of 1200 ** in the high vacuum of 10^{-3} Pa, and the amount of oxygen prepared Si powder of about 150 ppm or less. this Si powder -- the Ti powder of 15 micrometers (mean particle diameter of 10 micrometers) of maximum droplet sizes -- 10wt% -- it blended and mixed for 48 hours with the ball mill replaced with high grade Ar gas. It continued and was filled up with this powder mixture in

the type for shaping made from black lead. After installing this type for shaping in the hot press device and holding 1200 °C x 2h by pressure 1.5MPa in the vacuum below degree-of-vacuum 5×10^{-3} , temperature up was carried out to 1390 °C, and the precise sintered compact was produced by sintering on pressure 34.3MPa and 3-h conditions.

[0055]Predetermined machining and a grinding process were performed to the obtained sintered compact, and the target (127 mm in diameter and 6 mm in thickness) was manufactured like Example 1.

[0056](Example 8) The Si powder sifted out and made into 32 micrometers or less of maximum droplet sizes was deoxidized at the temperature of 1100 °C in the high vacuum of 10^{-3} Pa, and the amount of oxygen prepared Si powder of about 200 ppm or less. 400 ppm of antimony (Sb) powder with a mean particle diameter of 5 micrometers was blended with this Si powder for W powder of 9 micrometers (mean particle diameter of 10 micrometers) of maximum droplet sizes 10wt%, and it mixed for 48 hours with the ball mill replaced with high grade Ar gas. It continued and was filled up with this powder mixture in the type for shaping made from black lead. After installing this type for shaping in the hot press device and holding 1200 °C x 1h by pressure 1.5MPa in the vacuum below degree-of-vacuum 5×10^{-3} , temperature up was carried out to 1400 °C, and the precise sintered compact was produced by sintering on pressure 34.3MPa and 3-h conditions.

[0057]Predetermined machining and a grinding process were performed to the obtained sintered compact, and the target (127 mm in diameter and 6 mm in thickness) was manufactured like Example 1.

[0058](Comparative example 1) the high grade Si powder of marketing sifted out and made into 32 micrometers or less of maximum droplet sizes -- Mo powder of 12 micrometers (mean particle diameter of 10 micrometers) of maximum droplet sizes -- 5wt% -- it blended and mixed for 48 hours with the ball mill replaced with high grade Ar gas. It continued and was filled up with this powder mixture in the type for shaping made from black lead. After installing this type for shaping in the hot press device and holding 600 °C x 1h by pressure 1.5MPa in the vacuum below degree-of-vacuum 5×10^{-3} , temperature up was carried out to 1350 °C, and the precise sintered compact was produced by sintering on pressure 29.4MPa and 4-h conditions.

[0059]Predetermined machining and a grinding process were performed to the obtained sintered compact, and the target (127 mm in diameter and 6 mm in thickness) was manufactured like Example 1.

[0060](Comparative example 2) the high grade Si powder of marketing sifted out and made into 32 micrometers or less of maximum droplet sizes -- Mo powder of 15 micrometers (mean particle diameter of 10 micrometers) of maximum droplet sizes -- 10wt% -- it blended and mixed for 48 hours with the ball mill replaced with high grade Ar gas. It continued and was filled up with this powder mixture in the type for shaping made from black lead. After installing this type for shaping in the hot press device and holding 800 °C x 2h by pressure

1.5MPa in the vacuum below degree-of-vacuum 5×10^{-3} , temperature up was carried out to 1390 **, and the precise sintered compact was produced by sintering on pressure 34.3MPa and 4-h conditions.

[0061]Predetermined machining and a grinding process were performed to the obtained sintered compact, and the target (127 mm in diameter and 6 mm in thickness) was manufactured like Example 1.

[0062](Comparative example 3) the high grade Si powder of marketing sifted out and made into 32 micrometers or less of maximum droplet sizes -- Mo powder of 12 micrometers (mean particle diameter of 10 micrometers) of maximum droplet sizes -- 15wt% -- it blended and mixed for 48 hours with the ball mill replaced with high grade Ar gas. It continued and was filled up with this powder mixture in the type for shaping made from black lead. After installing this type for shaping in the hot press device and holding 850 ** x 2h by pressure 1.5MPa in the vacuum below degree-of-vacuum 5×10^{-3} , temperature up was carried out to 1400 **, and the precise sintered compact was produced by sintering on pressure 39.2MPa and 4-h conditions.

[0063]Predetermined machining and a grinding process were performed to the obtained sintered compact, and the target (127 mm in diameter and 6 mm in thickness) was manufactured like Example 1.

[0064](Comparative example 4) 10wt%, 40 ppm of boron (B) powder with a mean particle diameter of 10 micrometers was blended with the Si powder sifted out and made into 32 micrometers or less of maximum droplet sizes, and Ta powder of 8 micrometers (mean particle diameter of 10 micrometers) of maximum droplet sizes was mixed to it for 48 hours with the ball mill replaced with high grade Ar gas. It continued and was filled up with this powder mixture in the type for shaping made from black lead. After installing this type for shaping in the hot press device and holding 1000 ** x 1h by pressure 1.5MPa in the vacuum below degree-of-vacuum 5×10^{-3} , temperature up was carried out to 1250 **, and the precise sintered compact was produced by sintering on pressure 3MPa and 3-h conditions.

[0065]Predetermined machining and a grinding process were performed to the obtained sintered compact, and the target (127 mm in diameter and 6 mm in thickness) was manufactured like Example 1.

[0066](Comparative example 5) 10wt%, 4 ppm of boron (B) powder with a mean particle diameter of 4 micrometers was blended with the Si powder sifted out and made into 32 micrometers or less of maximum droplet sizes, and Nb powder of 7 micrometers (mean particle diameter of 10 micrometers) of maximum droplet sizes was mixed to it for 48 hours with the ball mill replaced with high grade Ar gas. It continued and was filled up with this powder mixture in the type for shaping made from black lead. After installing this type for shaping in the hot press device and holding 900 ** x 1h by pressure 1.5MPa in the vacuum below degree-of-vacuum 5×10^{-3} , temperature up was carried out to 1200 **, and the

precise sintered compact was produced by sintering on pressure 34.3MPa and 3-h conditions.

[0067]Predetermined machining and a grinding process were performed to the obtained sintered compact, and the target (127 mm in diameter and 6 mm in thickness) was manufactured like Example 1.

[0068](Comparative example 6) the high grade Si powder sifted out and made into 32 micrometers or less of maximum droplet sizes -- the Cr powder of 11 micrometers (mean particle diameter of 10 micrometers) of maximum droplet sizes -- 10wt% -- it blended and mixed for 48 hours with the ball mill replaced with high grade Ar gas. It continued and was filled up with this powder mixture in the type for shaping made from black lead. After installing this type for shaping in the hot press device and holding 1000 °C x 2h by pressure 1.5MPa in the vacuum below degree-of-vacuum 5×10^{-3} , temperature up was carried out to 1250 °C, and the precise sintered compact was produced by sintering on pressure 34.3MPa and 3-h conditions.

[0069]Predetermined machining and a grinding process were performed to the obtained sintered compact, and the target (127 mm in diameter and 6 mm in thickness) was manufactured like Example 1.

[0070]The sample (10 mm long, 10 mm wide) was extracted about the evaluation sample extraction position (a center, the top, a bottom product, the left, right) of the target 1 shown in drawing 1 of Examples 1-8 and the comparative examples 1-6 which were acquired, and relative density measurement, texture observation, and gas constituents were investigated. Specifically about relative density, the maximum droplet size of the silicide phase was measured about the Archimedes method by the PARARAIN impregnating method, and the organization (one 1000 times the magnification [SEM,] of this). About gas constituents, oxygen and nitrogen measured about inert gas fusion and an infrared absorption method (the trade name by LECO; EF-400 use), and carbon with combustion and an infrared absorption method (the trade name by LECO; HF-400 use). These results are shown in following following Table 1 (examples 1-8) and 2 (comparative examples 1-6).

[0071]Sputtering is performed for the target of Examples 1-8 and the comparative examples 1-6 which were acquired under the conditions of the argon gas pressure of 2.0×10^{-3} torr using a sputtering system (the trade name made from ULVAC; SH-550), A 5-inch wafer was made to deposit a film about 2000 Å thick. the evaluation sample extraction position (a center, the top, and a bottom product.) of the wafer 2 shown in drawing 2 From the left and a right, the sample (10 mm long, 10 mm wide) was started, thickness was measured using the film thickness measurement system (trade name;alpha-Step200 by TENCOR), and dispersion in thickness was computed by $[(\text{maximum}-\text{minimum}) / (\text{maximum} + \text{minimum})]$. The number piece of particle / wafer (p/wafer) measurement was carried out with the particle counter (WM-3). These results are shown in following following Table 1 (examples 1-8) and 2 (comparative examples 1-6).

[0072] Each value of the above measurement is average value at the time of measuring one samples [ten].

[0073]

[Table 1]

	ターゲット		焼 結	ターゲットの特性					成膜特性	
	主要組成	他の含有元素		最大シリサイト 粒径 (μm)	相対 密度 (%)	ガス成分 (ppm)			膜厚 ばらつき (%)	≤0.3μmの パーティクル数 (p/ウエハ)
実施例 1	Si- 5wt%Mo	—	1150℃×1h→ 1390℃×4h	15	95	50	<120	30	10	15
実施例 2	Si- 10wt%Mo	B	1200℃×1h→ 1400℃×3h	9	97	20	30	30	<5	10
実施例 3	Si- 15wt%Mo	P	1200℃×2h→ 1380℃×6h	18	98	100	30	20	16	18
実施例 4	Si- 10wt%Ta	—	1250℃×1h→ 1390℃×4h	12	92	180	90	50	11	31
実施例 5	Si- 10wt%Nb	As	1200℃×1h→ 1350℃×6h	21	87	150	100	120	28	51
実施例 6	Si- 10wt%Cr	—	1100℃×2h→ 1330℃×6h	12	89	240	130	100	14	34
実施例 7	Si- 10wt%Ti	—	1200℃×2h→ 1390℃×3h	10	94	300	120	20	20	22
実施例 8	Si- 10wt%W	Sb	1200℃×1h→ 1400℃×3h	32	98	70	30	50	7	12

[0074]

[Table 2]

	ターゲット		焼 結	ターゲットの特性					成膜特性	
	主要組成	他の含有元素		最大シリサイト 粒径 (μm)	相対 密度 (%)	ガス成分 (ppm)			膜厚 ばらつき (%)	≤0.3μmの パーティクル数 (p/ウエハ)
比較例 1	Si- 5wt%Mo	—	600℃×1h→ 1350℃×4h	19	75	900	300	120	40	172
比較例 2	Si- 10wt%Mo	—	800℃×2h→ 1390℃×4h	15	83	450	200	150	32	154
比較例 3	Si- 15wt%Mo	—	850℃×2h→ 1400℃×4h	16	72	600	200	200	43	210
比較例 4	Si- 10wt%Ta	B	1000℃×1h→ 1250℃×3h	35	92	580	120	500	33	101
比較例 5	Si- 10wt%Nb	B	900℃×1h→ 1200℃×3h	20	88	900	90	150	15	118
比較例 6	Si- 10wt%Cr	—	1000℃×1h→ 1250℃×3h	12	80	200	500	400	40	132

[0075] The film formed from the twist carrying out sputtering of the target of Examples 1-8 so that clearly from said Table 1 and 2, compared with the film formed from the twist carrying out sputtering of the target of the comparative examples 1-6, thickness dispersion is comparatively small -- and the number of particles generations -- a maximum of -- decreasing extremely compared with the film of the comparative examples 1-6 turns out to

be 51p / wafer.

[0076]It turns out that the number of particles generations of the film formed by sputtering decreases especially as a target with the maximum silicide particle diameter small among the targets of Examples 1-8, and large relative density.

[0077]The phase shift mask blank was manufactured by forming membranes on a transparent substrate with a conventional method, and forming a thin film, using the sputtering target of Examples 1-8. The phase shift mask was manufactured by patterning the optical diffusion shell of this phase shift mask blank.

[0078]There was little particle, and it had uniform thickness and the phase shift mask blank and phase shift mask which were manufactured had the good characteristic.

[0079]

[Effect of the Invention]As explained in full detail above, according to this invention, at the time of sputtering, by the reduction in particle and uniform thickness which were not able to be attained conventionally. further -- acid resistance -- high -- formation of the thin film of an optical semi transmission part [in / it is possible in forming a transmissivity film, and / a phase shift mask] can be provided with a very useful sputtering target and a manufacturing method for the same.

[0080]According to this invention, there is little particle in a film and the phase shift mask blank and phase shift mask which have a thin film of uniform thickness can be provided.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The top view showing the evaluation sample extraction position of a target.

[Drawing 2]The top view showing the evaluation sample extraction position of 5 NCHIWEHA.

[Description of Notations]

1 -- Target,

2 -- Wafer by which film formation was carried out.

[Translation done.]

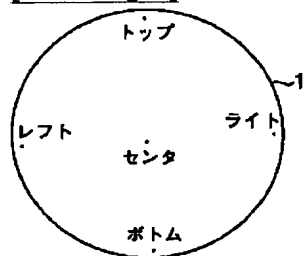
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

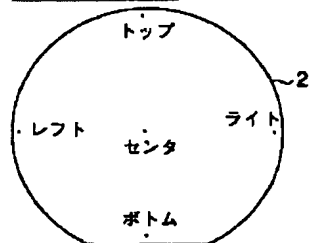
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-182365
(P2002-182365A)

(43) 公開日 平成14年6月26日 (2002.6.26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 3 F 1/08		G 0 3 F 1/08	A 2 H 0 9 5
C 2 3 C 14/14		C 2 3 C 14/14	A 4 K 0 2 9
14/34		14/34	A

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-378962(P2000-378962)

(22) 出願日 平成12年12月13日 (2000. 12. 13)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(71) 出願人 000221339

東芝電子エンジニアリング株式会社

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地

(72) 発明者 渡辺 高志

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

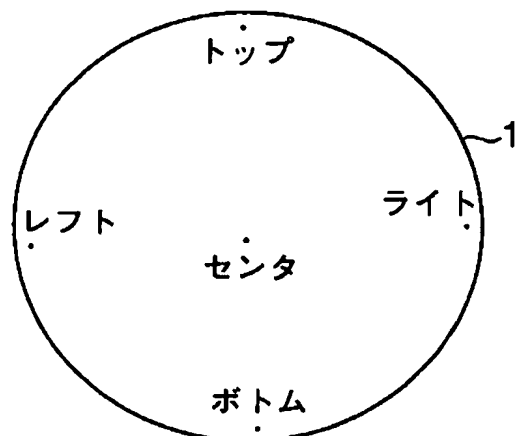
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパッタリングターゲット、その製造方法、位相シフトマスクブランクおよび位相シフトマスク

(57) 【要約】

【課題】 低パーティクル化、均一膜厚の膜を安定して成膜することが可能なスパッタリングターゲットを提供する。

【解決手段】 シリコンが70～97重量%で、残部が実質的に高融点金属シリサイドからなるスパッタリングターゲットであって、金属組織は少なくともシリコン相と、前記シリコンと前記高融点金属からなる高融点金属シリサイド相を有し、かつ酸素含有量が500ppm以下、窒素および炭素の含有量が200ppm以下であることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコンが70～97重量%で、残部が実質的に高融点金属シリサイドからなるスパッタリングターゲットであって、

金属組織は、少なくともシリコン相と、前記シリコンと前記高融点金属からなる高融点金属シリサイド相を有し、かつ酸素含有量が500ppm以下、窒素および炭素の含有量が200ppm以下であることを特徴とするスパッタリングターゲット。

【請求項2】 前記高融点金属は、モリブデン、タンゲステン、チタン、クロム、タンタルおよびニオブからなる群より選ばれた少なくとも1種以上の金属であることを特徴とする請求項1記載のスパッタリングターゲット。

【請求項3】 前記高融点金属シリサイド相の最大粒径は、20μm以下であることを特徴とする請求項1または2記載のスパッタリングターゲット。

【請求項4】 さらに、ホウ素、リン、アンチモンおよびヒ素の群から選ばれた少なくとも1種以上の元素を0.1ppm～0.5重量%含有することを特徴とする請求項1ないし3いずれか記載のスパッタリングターゲット。

【請求項5】 相対密度が90%以上であることを特徴とする請求項1ないし4いずれか記載のスパッタリングターゲット。

【請求項6】 シリコンが70～97重量%で、残部が実質的に高融点金属シリサイドからなり、金属組織が少なくともシリコン相と、前記シリコンと前記高融点金属からなる高融点金属シリサイド相を有するスパッタリングターゲットの製造方法であって、

最大粒径32μm以下の高純度シリコン粉末と、最大粒径20μm以下の高融点金属粉末を混合する工程と、前記混合粉末を成形用型に充填し、 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ Paの真空中、0.1～3MPaのプレス圧力で1000℃～1300℃に加熱して前記シリコンと高融点金属とを反応させることにより金属シリサイドを形成する工程と、

$10^{-2} \sim 10^{-3}$ Paの真空中、もしくは $5.32 \times 10^{-4} \sim 6.65 \times 10^{-4}$ Paの不活性ガス雰囲気中で、24.5～39.2MPaのプレス圧力の下で1350℃～1450℃で焼結して緻密化する工程とを具備することを特徴とするスパッタリングターゲットの製造方法。

【請求項7】 前記高融点金属は、モリブデン、タンゲステン、チタン、クロム、タンタルおよびニオブからなる群より選ばれた少なくとも1種以上の金属であることを特徴とする請求項6記載のスパッタリングターゲットの製造方法。

【請求項8】 前記高純度シリコン粉末は、前記高融点金属粉末との混合前に、 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ Paの真空中、1000℃～1200℃の温度で熱処理して脱酸素され

ることを特徴とする請求項6または7記載のスパッタリングターゲットの製造方法。

【請求項9】 少なくとも一部に請求項1～5いずれか記載のスパッタリングターゲットを用いて形成された薄膜を有する位相シフトマスクブランク。

【請求項10】 少なくとも一部に請求項1～5いずれか記載のスパッタリングターゲットを用いて形成された薄膜を有する位相シフトマスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はシリコン(Si)を主成分とし、高融点金属を含有したスパッタリングターゲット、その製造方法および位相シフトマスクブランクまたは位相シフトマスクに関する。

【0002】

【従来の技術】 次世代のフォトリソグラフィ技術として、位相シフトリソグラフィという技術が注目を集めている。この技術は、光学系には変更を加えず、マスクの変更だけで光リソグラフィの解像度を向上させる方法であり、フォトマスクを透過する露光光間に位相差を与えることにより解像度を向上したものである。

【0003】 前記位相シフトマスクの一つとして、ハーフトーン型位相シフトマスクが近年開発されている。これは、光半透過部が露光光を実質的に遮断する遮光機能と光の位相をシフト(反転)させる位相シフト機能との2つの機能を兼ね備えるため、遮光膜パターンと位相シフト膜パターンを別々に形成する必要がなく、構成が単純で製造も容易であるという特徴を有する。

【0004】 従来、前記位相シフトマスクの光半透過部はモリブデンなどの金属、シリコン、および酸素を主たる構成要素とする材料からなる薄膜により構成されている。前記材料は、モリブデンシリサイド(MoSi_x)、具体的には酸化されたMoおよびSi(MoSiO)、または酸化および窒化されたMoおよびSi(MoSiON)である。

【0005】 特開平10-73913号公報には、酸素含有量、もしくは酸素、窒素の含有量をコントロールすることにより位相シフトマスクの光半透過部の透過率を制御することができることが開示されている。また、この公報には薄膜の厚さを選定することにより位相シフト量を制御することができることが開示されている。さらに、このような材料を用いることにより、単層の膜で光半透過部を構成することができ、成膜工程を簡略化することが可能になることも開示されている。

【0006】 しかしながら、従来の材料であるMoSiO系、もしくはMoSiON系の膜は、酸化窒化の度合いが強くなりすぎると、洗浄等に使用される硫酸等の酸に弱く、設定した透過率、位相差にずれが生じてしまう問題があった。

【0007】 特に、KrFエキシマレーザー光を使用し

たマスクの設計においては、消衰係数を小さくする必要から、十分に酸化、窒化を実行する必要がある。このため、前述した材料からなる位相シフトマスクは前記問題をより発生し易やくなる。

【0008】このようなことから、最近では耐酸性、高透過率を持ち合わせ、消衰係数を比較的容易に小さくすることが可能な Si 系の材料が注目されている。この Si 系材料を位相シフトマスクの光半透過部に成膜するには、Si 系のターゲットをアルゴン+酸素（窒素）の雰囲気中で反応性スパッタする方法が採用されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記 Si 系材料の成膜はスパッタ雰囲気の酸化、窒化度を上げるに従い、ターゲット表面上に酸化物、窒化物が堆積し、放電が不安定となる。このため、透過率、及び膜厚の均一性が低下し、かつ異常放電によるパーティクルが多発する。また、ここに用いるターゲット（成形体）は一般に粉末焼結法により製造されるが、従来の密度の低いターゲットを用いて成膜した場合、空孔部等で異常放電が発生しやすく、パーティクルも発生しやすい。さらには Si を主成分とすることから、導電性が問題となる。すなわち、ターゲットに十分な導電性を付与しないと、DC スパッタリングにおいては放電不安定となり、良質な膜を成膜することが困難になる。

【0010】本発明は、低パーティクル化、均一膜厚の膜を安定して成膜することが可能な Si 系スパッタリングターゲットおよびその製造方法を提供しようとするものである。

【0011】本発明は、膜中のパーティクルが少なく、均一な膜厚の薄膜を有する位相シフトマスクブランクおよび位相シフトマスクを提供しようとするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明に係るスパッタリングターゲットは、シリコンの含有量は、70～97重量%で、残部が実質的に高融点金属シリサイドからなるスパッタリングターゲットであって、金属組織は、少なくともシリコン相と、前記シリコンと前記高融点金属からなる高融点金属シリサイド相を有し、かつ酸素含有量が500ppm以下、窒素および炭素の含有量が200ppm以下であることを特徴とするものである。

【0013】このような本発明のスパッタリングターゲットは、パーティクルの発生を抑制した安定的な成膜を行うことができると共に、均一な膜厚の膜を成膜することができる。

【0014】本発明に係るスパッタリングターゲットの製造方法は、シリコンが70～97重量%で、残部が実質的に高融点金属シリサイドからなり、金属組織が少なくともシリコン相と、前記シリコンと前記高融点金属からなる高融点金属シリサイド相を有するスパッタリングターゲットの製造方法であって、最大粒径32μm以下

の高純度シリコン粉末と、最大粒径20μm以下の高融点金属粉末を混合する工程と、前記混合粉末を成形型に充填し、 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ Pa の真空中、0.1～3 MPa のプレス圧力で1000℃～1300℃に加熱して前記シリコンと高融点金属とを反応させることにより金属シリサイドを形成する工程と、 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ Pa の真空中、もしくは $5.32 \times 10^{-4} \sim 6.65 \times 10^{-4}$ Pa の不活性ガス雰囲気中で、24.5～39.2 MPa のプレス圧力の下で1350℃～1450℃で焼結して緻密化する工程とを具備することを特徴とするものである。

【0015】このような本発明の方法によれば、パーティクルの発生を抑制した安定的な成膜を行うことができると共に、均一な膜厚の膜を成膜すること可能なスパッタリングターゲットを製造することができる。

【0016】本発明に係る位相シフトマスクブランクおよび位相シフトマスクは、少なくとも一部に本発明のスパッタリングターゲットを用いて形成された薄膜を有することを特徴とするものである。

【0017】このような本発明の位相シフトマスクブランクおよび位相シフトマスクは、膜中のパーティクルが少なく、均一な膜厚の薄膜を有する。

【0018】

【発明の実施の形態】以下に本発明に係るスパッタリングターゲットを詳細に説明する。

【0019】本発明のスパッタリングターゲットは、シリコンが70～97重量%であり、残部が実質的に高融点金属シリサイドからなるスパッタリングターゲットであって、金属組織がは少なくともシリコン相と、前記シリコンと前記高融点金属からなる高融点金属シリサイド相を有する。前記スパッタリングターゲットは、酸素含有量が500ppm以下、窒素および炭素の含有量が200ppm以下である。

【0020】前記ターゲット中のシリコン含有量を70重量%未満にすると、このターゲットをスパッタリングすることにより成膜された膜の位相シフトマスクの光半透過部として要求性能（耐酸性、高透過率）が低下する虞がある。一方、前記シリコン含有量が97重量%を成膜性が劣化し、異常放電、パーティクルの増大を招く虞がある。より好ましい前記ターゲット中のシリコン含有量は、70～95重量%、さらに好ましいシリコン含有量は80～90重量%である。

【0021】前記ターゲット中の酸素含有量が500ppmを超えたり、窒素、炭素の含有量が200ppmを超えたりすると、このターゲットをスパッタリングする際にパーティクルが発生する等の成膜が不安定になると共に、洗浄時に使用される酸等に対する耐酸性が低下する虞がある。より好ましい前記ターゲット中の酸素含有量は、200ppm以下、さらに好ましくは100ppm以下である。より好ましい前記ターゲット中の窒素、炭素

の含有量は、100 ppm以下、さらに好ましくは50 ppm以下である。

【0022】本発明におけるターゲットの金属組織は、少なくともシリコン相と、前記シリコンと前記高融点金属からなる高融点金属シリサイド相を有している。これは、高融点金属が単体で存在する場合よりシリサイド化して存在する方がより安定しており、スパッタリングを安定して行うことができる。なお、高融点金属は全てシリサイド化していることが好ましいが、一部単体で存在してもよい。

【0023】前記高融点金属としては、例えばモリブデン、タングステン、チタン、クロム、タンタルおよびニオブからなる群より選ばれた少なくとも1種以上の金属を用いることができる。

【0024】前記高融点金属シリサイド相の最大粒径は、20 μm以下、より好ましくは10 μm以下、最も好ましくは3~5 μmであることが望ましい。このような粒径規定がなされた高融点金属シリサイド相を含むスパッタリングターゲットは、スパッタ時の異常放電を抑制して、パーティクルの発生をより効果的に抑制できるとともに、膜厚を均一化することが可能になる。

【0025】前記ターゲットは、相対密度が90%以上であることが好ましい。このような密度を有するスパッタリングターゲットは、スパッタ時の異常放電を抑制、パーティクルの発生を抑制するとともに、膜厚を均一化することが可能になる。より好ましい前記ターゲットの相対密度は、95%以上、最も好ましくは98%以上である。

【0026】前記ターゲットは、さらにホウ素、リン、アンチモンおよびヒ素の群から選ばれた少なくとも1種以上の元素を1 ppm~0.5重量%含有させることが好ましい。このような構成のスパッタリングターゲットは、前記元素を含有することにより導電性の低いシリコンを主相とするターゲットに導電性がさらに付与されるため、安定したDCスパッタリングが可能になる。

【0027】次に、本発明に係るスパッタリングターゲットの製造方法の一例を詳細に説明する。

【0028】(第1工程) まず、最大粒径32 μm以下の高純度のシリコン粉末に平均粒径約10 μm以下のモリブデン、タングステン、チタン、クロム、タンタルおよびニオブの群から選ばれた少なくとも1種以上の元素粉末を添加し、必要に応じて平均粒径約10 μm前後のホウ素、リン、アンチモンおよびヒ素の群から選ばれた少なくとも1種以上の元素粉末を添加し、混合する。

【0029】前記最大粒径が32 μmを超える粗粒を含む高純度のシリコン粉末を使用すると、成形時に高密度化することが困難になるばかりか、凝集等により組織の不均一の原因となり、スパッタリング時に安定した成膜を行うことが困難になる。好ましいシリコン粉末の最大粒径は、20 μm以下、より好ましくは10 μm以下

である。

【0030】前記シリコン粉末は、非常に酸素を吸着し易いために、入荷時におおよそ1000~2000 ppmの酸素が存在する。このシリコン粉末を原料として用いると、ターゲットには前記程度の酸素を含有することになる。このようなことから、シリコン粉末を前記高融点金属と共に混合する前に 10^{-2} ~ 10^{-3} Paの高真空中、1000~1200℃の温度で脱酸素を行って酸素量が約300 ppm以下のシリコン粉末を用いることが好ましい。このようなシリコン粉末を原料として用いることによって、最終的に本発明で規定する低酸素化(酸素含有量が500 ppm以下)のターゲットを製造することが可能になる。

【0031】前記シリコン粉末は、前記脱酸素工程を行なわなくても、最終的に本発明で意図する酸素量が得られるのであれば何ら特定されるものではない。

【0032】また、最大粒径20 μmを超える粗粒を含む高融点金属粉末を使用すると、成形時に高密度化することが困難になると共に、高融点金属シリサイド相の粒径が大きくなる、さらにその分散性も低下する。好ましい高融点金属粉末の最大粒径は20 μm以下、さらに好ましくは10 μm以下である。また、前記高融点金属の平均粒径は、3~7 μmであることが好ましい。この高融点金属粉末の平均粒径が7 μmを超えると、粗大なシリサイド粒子が発生し、成膜特性を劣化する虞がある。一方、この高融点金属粉末の平均粒径を3 μm未満にすると吸着ガス成分が多くなり、その結果得られるターゲット中のガス成分を制御することが困難になる。より好ましい前記高融点金属粉末の平均粒径は、4~5 μmである。

【0033】前記モリブデンのような元素粉末および必要に応じて添加されるホウ素のような元素として平均粒径が10 μmより粗いものを用いると、成形時に高密度化することが困難になるばかりか、凝集等により組織の不均一の原因となる虞がある。これら元素のより好ましい平均粒径は、7 μm以下である。

【0034】前記混合は、24時間以上行うことが好ましい。これより短い時間の混合では、添加する高融点金属はもとより、ホウ素のような添加元素の分散性が低下して組織が不均一になる虞がある。

【0035】(第2工程) 前記混合粉末を成形型に充填し、 10^{-2} ~ 10^{-3} Paの真空中、0.1~3 MPaのプレス圧力下で1000℃~1300℃に加熱する。この時、前記混合粉末中のシリコン粉末と高融点金属粉末とが反応して高融点金属シリサイドが合成される。つづいて、 10^{-2} ~ 10^{-3} Paの真空中、もしくは 5.32×10^4 ~ 6.65×10^4 Pa不活性ガス雰囲気中で、24.5~39.2 MPaのプレス圧力の下で1350℃~1450℃に加熱することにより前記高融点金属シリサイドを含む成形物を緻密化してスパッタリングター

ゲットを製造する。

【0036】すなわち、高融点金属シリサイドの合成を $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$ の温度下にて低圧で保持し、その後主相である Si の融点直下で加圧焼結を行うことによって、緻密化（相対密度は 90% 以上）を図り、本発明で規定するスパッタリングターゲットを製造することが可能になる。

【0037】なお、本発明のスパッタリングターゲットを製造する方法は、本発明で規定するターゲットが得られるのであれば、何ら特定されるものではない。

【0038】製造されたスパッタリングターゲットは、パーティクルの発生を抑制した安定的な成膜を行うことができると共に、均一な膜厚を得ることができ、従来と同等以上の耐酸性、高透過率の膜を成膜できる。

【0039】本発明においては、前記スパッタリングターゲットを用いて、例えば常法により透明基板上に薄膜を形成することにより位相シフトマスクブランクおよび位相シフトマスクを製造することができる。具体的には、例えば透明基板上に薄膜を成膜して光半透過膜を形成することにより位相シフトマスクブランクを製造し、さらにその光半透過膜をパターンニングすることにより位相シフトマスクを製造する。

【0040】製造された位相シフトマスクブランクおよび位相シフトマスクは、パーティクルが少なく、均一な膜厚を有するため、良好な特性を有する。

【0041】

【実施例】以下、本発明の好ましい実施例を詳細に説明する。

【0042】（実施例 1）最大粒径 $32\text{ }\mu\text{m}$ 以下に篩い分けした Si 粉末を 10^{-3} Pa の高真空中にて 1000°C の温度で脱酸素を行って酸素量が約 300 ppm 以下の高純度 Si 粉末を調製した。この高純度 Si 粉末に、最大粒径 $21\text{ }\mu\text{m}$ （平均粒径 $10\text{ }\mu\text{m}$ ）の Mo 粉末を 5 wt % 配合し、高純度 Ar ガスで置換したボールミルで 48 時間混合した。つづいて、この混合粉末を黒鉛製の成形用型内に充填した。この成形用型をホットプレス装置に設置し、真空度 5×10^{-3} 以下の真空中において、圧力 1.5 MPa で $1150^{\circ}\text{C} \times 1\text{ h}$ 保持した後、 1390°C まで昇温し、圧力 29.4 MPa 、4 h の条件で焼結することにより緻密な焼結体を作製した。

【0043】得られた焼結体に所定の機械加工、研削加工を施し、直径 12.7 mm 、厚さ 6 mm のターゲット 1 を製造した。

【0044】（実施例 2）最大粒径 $32\text{ }\mu\text{m}$ 以下に篩い分けした Si 粉末を 10^{-3} Pa の高真空中にて 1100°C の温度で脱酸素を行って酸素量が約 250 ppm 以下の Si 粉末を調製した。この Si 粉末に最大粒径 $17\text{ }\mu\text{m}$ （平均粒径 $10\text{ }\mu\text{m}$ ）の Mo 粉末を 10 wt %、平均粒径 $7\text{ }\mu\text{m}$ のボロン（B）粉末を 100 ppm 配合し、高純度 Ar ガスで置換したボールミルで 48 時間混合し

た。つづいて、この混合粉末を黒鉛製の成形用型内に充填した。この成形用型をホットプレス装置に設置し、真空度 5×10^{-3} 以下の真空中において、圧力 1.5 MPa で $1200^{\circ}\text{C} \times 1\text{ h}$ 保持した後、 1400°C まで昇温し、圧力 34.3 MPa 、3 h の条件で焼結を行うことにより緻密な焼結体を作製した。

【0045】得られた焼結体に所定の機械加工、研削加工を施し、実施例 1 と同様、直径 12.7 mm 、厚さ 6 mm のターゲットを製造した。

10 【0046】（実施例 3）最大粒径 $32\text{ }\mu\text{m}$ 以下に篩い分けした Si 粉末を 10^{-3} Pa の高真空中にて 1100°C の温度で脱酸素を行って酸素量が約 250 ppm 以下の Si 粉末を調製した。この Si 粉末に最大粒径 $20\text{ }\mu\text{m}$ （平均粒径 $10\text{ }\mu\text{m}$ ）の Mo 粉末を 15 wt %、平均粒径 $4\text{ }\mu\text{m}$ のリン（P）粉末を 12 ppm 配合し、高純度 Ar ガスで置換したボールミルで 48 時間混合した。つづいて、この混合粉末を黒鉛製の成形用型内に充填した。この成形用型をホットプレス装置に設置し、真空度 5×10^{-3} 以下の真空中において、圧力 1.5 MPa で $1200^{\circ}\text{C} \times 1\text{ h}$ 保持した後、 1380°C まで昇温し、圧力 34.3 MPa 、6 h の条件で焼結を行うことにより緻密な焼結体を作製した。

【0047】得られた焼結体に所定の機械加工、研削加工を施し、実施例 1 と同様、直径 12.7 mm 、厚さ 6 mm のターゲットを製造した。

30 【0048】（実施例 4）最大粒径 $32\text{ }\mu\text{m}$ 以下に篩い分けした Si 粉末を 10^{-3} Pa の高真空中にて 1100°C の温度で脱酸素を行って酸素量が約 200 ppm 以下の Si 粉末を調製した。この Si 粉末に最大粒径 $16\text{ }\mu\text{m}$ （平均粒径 $10\text{ }\mu\text{m}$ ）の Ta 粉末を 10 wt % 配合し、高純度 Ar ガスで置換したボールミルで 48 時間混合した。つづいて、この混合粉末を黒鉛製の成形用型内に充填した。この成形用型をホットプレス装置に設置し、真空度 5×10^{-3} 以下の真空中において、圧力 1.5 MPa で $1200^{\circ}\text{C} \times 1\text{ h}$ 保持した後、 1390°C まで昇温し、圧力 34.3 MPa 、4 h の条件で焼結を行うことにより緻密な焼結体を作製した。

40 【0049】得られた焼結体に所定の機械加工、研削加工を施し、実施例 1 と同様、直径 12.7 mm 、厚さ 6 mm のターゲットを製造した。

【0050】（実施例 5）最大粒径 $32\text{ }\mu\text{m}$ 以下に篩い分けした Si 粉末を 10^{-3} Pa の高真空中にて 1000°C の温度で脱酸素を行って酸素量が約 300 ppm 以下の Si 粉末を調製した。この Si 粉末に最大粒径 $8\text{ }\mu\text{m}$ （平均粒径 $10\text{ }\mu\text{m}$ ）の Nb 粉末を 10 wt %、平均粒径 $4\text{ }\mu\text{m}$ の砒素（As）粉末を 210 ppm 配合し、高純度 Ar ガスで置換したボールミルで 48 時間混合した。つづいて、この混合粉末を黒鉛製の成形用型内に充填した。この成形用型をホットプレス装置に設置し、真空度 5×10^{-3} 以下の真空中において、圧力 1.5 MPa

aで1200℃×1h保持した後、1350℃まで昇温し、圧力34.3MPa、6hの条件で焼結を行うことにより緻密な焼結体を作製した。

【0051】得られた焼結体に所定の機械加工、研削加工を施し、実施例1と同様、直径127mm、厚さ6mmのターゲットを製造した。

【0052】（実施例6）最大粒径32μm以下に篩い分けしたSi粉末を 10^{-3} Paの高真空中にて1100℃の温度で脱酸素を行って酸素量が約200ppm以下のSi粉末を調製した。このSi粉末に最大粒径10μm（平均粒径10μm）のCr粉末を10wt%配合し、高純度Arガスで置換したボールミルで48時間混合した。つづいて、この混合粉末を黒鉛製の成形用型内に充填した。この成形用型をホットプレス装置に設置し、真空度 5×10^{-3} 以下の真空中において、圧力1.5MPaで1100℃×2h保持した後、1330℃まで昇温し、圧力34.3MPa、6hの条件で焼結を行うことにより緻密な焼結体を作製した。

【0053】得られた焼結体に所定の機械加工、研削加工を施し、実施例1と同様、直径127mm、厚さ6mmのターゲットを製造した。

【0054】（実施例7）最大粒径32μm以下に篩い分けしたSi粉末を 10^{-3} Paの高真空中にて1200℃の温度で脱酸素を行って酸素量が約150ppm以下のSi粉末を調製した。このSi粉末に最大粒径15μm（平均粒径10μm）のTi粉末を10wt%配合し、高純度Arガスで置換したボールミルで48時間混合した。つづいて、この混合粉末を黒鉛製の成形用型内に充填した。この成形用型をホットプレス装置に設置し、真空度 5×10^{-3} 以下の真空中において、圧力1.5MPaで1200℃×2h保持した後、1390℃まで昇温し、圧力34.3MPa、3hの条件で焼結を行うことにより緻密な焼結体を作製した。

【0055】得られた焼結体に所定の機械加工、研削加工を施し、実施例1と同様、直径127mm、厚さ6mmのターゲットを製造した。

【0056】（実施例8）最大粒径32μm以下に篩い分けしたSi粉末を 10^{-3} Paの高真空中にて1100℃の温度で脱酸素を行って酸素量が約200ppm以下のSi粉末を調製した。このSi粉末に最大粒径9μm（平均粒径10μm）のW粉末を10wt%、平均粒径5μmのアンチモン（Sb）粉末を400ppm配合し、高純度Arガスで置換したボールミルで48時間混合した。つづいて、この混合粉末を黒鉛製の成形用型内に充填した。この成形用型をホットプレス装置に設置し、真空度 5×10^{-3} 以下の真空中において、圧力1.5MPaで1200℃×1h保持した後、1400℃まで昇温し、圧力34.3MPa、3hの条件で焼結を行うことにより緻密な焼結体を作製した。

【0057】得られた焼結体に所定の機械加工、研削加

工を施し、実施例1と同様、直径127mm、厚さ6mmのターゲットを製造した。

【0058】（比較例1）最大粒径32μm以下に篩い分けした市販の高純度Si粉末に、最大粒径12μm（平均粒径10μm）のMo粉末を5wt%配合し、高純度Arガスで置換したボールミルで48時間混合した。つづいて、この混合粉末を黒鉛製の成形用型内に充填した。この成形用型をホットプレス装置に設置し、真空度 5×10^{-3} 以下の真空中において、圧力1.5MPaで600℃×1h保持した後、1350℃まで昇温し、圧力29.4MPa、4hの条件で焼結を行うことにより緻密な焼結体を作製した。

【0059】得られた焼結体に所定の機械加工、研削加工を施し、実施例1と同様、直径127mm、厚さ6mmのターゲットを製造した。

【0060】（比較例2）最大粒径32μm以下に篩い分けした市販の高純度Si粉末に、最大粒径15μm（平均粒径10μm）のMo粉末を10wt%配合し、高純度Arガスで置換したボールミルで48時間混合した。つづいて、この混合粉末を黒鉛製の成形用型内に充填した。この成形用型をホットプレス装置に設置し、真空度 5×10^{-3} 以下の真空中において、圧力1.5MPaで800℃×2h保持した後、1390℃まで昇温し、圧力34.3MPa、4hの条件で焼結を行うことにより緻密な焼結体を作製した。

【0061】得られた焼結体に所定の機械加工、研削加工を施し、実施例1と同様、直径127mm、厚さ6mmのターゲットを製造した。

【0062】（比較例3）最大粒径32μm以下に篩い分けした市販の高純度Si粉末に、最大粒径12μm（平均粒径10μm）のMo粉末を15wt%配合し、高純度Arガスで置換したボールミルで48時間混合した。つづいて、この混合粉末を黒鉛製の成形用型内に充填した。この成形用型をホットプレス装置に設置し、真空度 5×10^{-3} 以下の真空中において、圧力1.5MPaで850℃×2h保持した後、1400℃まで昇温し、圧力39.2MPa、4hの条件で焼結を行うことにより緻密な焼結体を作製した。

【0063】得られた焼結体に所定の機械加工、研削加工を施し、実施例1と同様、直径127mm、厚さ6mmのターゲットを製造した。

【0064】（比較例4）最大粒径32μm以下に篩い分けしたSi粉末に、最大粒径8μm（平均粒径10μm）のTa粉末を10wt%、平均粒径10μmのボロン（B）粉末を40ppm配合し、高純度Arガスで置換したボールミルで48時間混合した。つづいて、この混合粉末を黒鉛製の成形用型内に充填した。この成形用型をホットプレス装置に設置し、真空度 5×10^{-3} 以下の真空中において、圧力1.5MPaで1000℃×1h保持した後、1250℃まで昇温し、圧力3MPa、

3 hの条件で焼結を行うことにより緻密な焼結体を作製した。

【0065】得られた焼結体に所定の機械加工、研削加工を施し、実施例1と同様、直径127mm、厚さ6mmのターゲットを製造した。

【0066】（比較例5）最大粒径32 μ m以下に篩い分けしたSi粉末に、最大粒径7 μ m（平均粒径10 μ m）のNb粉末を10wt%、平均粒径4 μ mのボロン（B）粉末を4ppm配合し、高純度Arガスで置換したボールミルで48時間混合した。つづいて、この混合粉末を黒鉛製の成形用型内に充填した。この成形用型をホットプレス装置に設置し、真空度5 $\times 10^{-3}$ 以下の真空中において、圧力1.5MPaで900 $^{\circ}$ C \times 1h保持した後、1200 $^{\circ}$ Cまで昇温し、圧力34.3MPa、3hの条件で焼結を行うことにより緻密な焼結体を作製した。

【0067】得られた焼結体に所定の機械加工、研削加工を施し、実施例1と同様、直径127mm、厚さ6mmのターゲットを製造した。

【0068】（比較例6）最大粒径32 μ m以下に篩い分けした高純度Si粉末に、最大粒径11 μ m（平均粒径10 μ m）のCr粉末を10wt%配合し、高純度Arガスで置換したボールミルで48時間混合した。つづいて、この混合粉末を黒鉛製の成形用型内に充填した。この成形用型をホットプレス装置に設置し、真空度5 $\times 10^{-3}$ 以下の真空中において、圧力1.5MPaで1000 $^{\circ}$ C \times 2h保持した後、1250 $^{\circ}$ Cまで昇温し、圧力34.3MPa、3hの条件で焼結を行うことにより緻密な焼結体を作製した。

【0069】得られた焼結体に所定の機械加工、研削加工を施し、実施例1と同様、直径127mm、厚さ6mmのターゲットを製造した。

【0070】得られた実施例1～8および比較例1～6

の図1に示すターゲット1の評価サンプル採取位置（センタ、トップ、ボトム、レフト、ライト）についてサンプル（縦10mm、横10mm）を抽出し、相対密度計測、組織観察、ガス成分を調査した。具体的には、相対密度に関してはパラフィン含浸法によるアルキメデス法、組織についてはシリサイド相の最大粒径の計測（SEM、倍率1000倍）を行った。また、ガス成分に関しては、酸素、窒素は不活性ガス融解・赤外線吸収法（LECO社製商品名；EF-400使用）、炭素に関しては燃焼・赤外線吸収法（LECO社製商品名；HF-400使用）により測定を行った。これらの結果を下記表1（実施例1～8）および下記表2（比較例1～6）に示す。

【0071】また、得られた実施例1～8および比較例1～6のターゲットをスパッタリング装置（ULVAC製商品名；SH-550）を用いて2.0 $\times 10^{-3}$ torrのアルゴンガス圧力の条件下でスパッタリングを行い、5インチウェハに厚さがおおよそ2000オングストロームの膜を堆積させた。図2に示すウェハ2の評価サンプル採取位置（センタ、トップ、ボトム、レフト、ライト）よりサンプル（縦10mm、横10mm）を切りだし、膜厚を膜厚計測器（TENCOR社製商品名；alpha-Step200）を用いて計測し、[(最大値-最小値)/(最大値+最小値)]により、膜厚のばらつきを算出した。また、パーティクルカウンター（WM-3）によりパーティクル数ピース/ウェハ（p/ウェハ）計測した。これらの結果を下記表1（実施例1～8）および下記表2（比較例1～6）に示す。

【0072】なお、以上の測定の個々の値は1つのサンプルを10個測定した場合の平均値である。

【0073】

【表1】

	ターゲット		焼 結	ターゲットの特性					成膜特性	
	主要組成	他の含有元素		最大シリサイド粒径(μm)	相対密度(%)	ガス成分(ppm)			膜厚ばらつき(%)	$\leq 0.3\mu\text{m}$ のパーティクル数(p/win)
実施例 1	Si-5wt%Mo	—	1150°C × 1h → 1390°C × 4h	15	95	50	<120	30	10	15
実施例 2	Si-10wt%Mo	B	1200°C × 1h → 1400°C × 3h	9	97	20	30	30	<5	10
実施例 3	Si-15wt%Mo	P	1200°C × 2h → 1380°C × 6h	18	98	100	30	20	16	18
実施例 4	Si-10wt%Ta	—	1250°C × 1h → 1390°C × 4h	12	92	180	90	50	11	31
実施例 5	Si-10wt%Nb	As	1200°C × 1h → 1350°C × 6h	21	87	150	100	120	28	51
実施例 6	Si-10wt%Cr	—	1100°C × 2h → 1330°C × 6h	12	89	240	130	100	14	34
実施例 7	Si-10wt%Ti	—	1200°C × 2h → 1390°C × 3h	10	94	300	120	20	20	22
実施例 8	Si-10wt%W	Sb	1200°C × 1h → 1400°C × 3h	32	98	70	30	50	7	12

【0074】

* * 【表2】

	ターゲット		焼 結	ターゲットの特性					成膜特性	
	主要組成	他の含有元素		最大シリサイド粒径(μm)	相対密度(%)	ガス成分(ppm)			膜厚ばらつき(%)	$\leq 0.3\mu\text{m}$ のパーティクル数(p/win)
比較例 1	Si-5wt%Mo	—	600°C × 1h → 1350°C × 4h	19	75	900	300	120	40	172
比較例 2	Si-10wt%Mo	—	800°C × 2h → 1390°C × 4h	15	83	450	200	150	32	154
比較例 3	Si-15wt%Mo	—	850°C × 2h → 1400°C × 4h	16	72	600	200	200	43	210
比較例 4	Si-10wt%Ta	B	1000°C × 1h → 1250°C × 3h	35	92	580	120	500	33	101
比較例 5	Si-10wt%Nb	B	900°C × 1h → 1200°C × 3h	20	88	900	90	150	15	118
比較例 6	Si-10wt%Cr	—	1000°C × 1h → 1250°C × 3h	12	80	200	500	400	40	132

【0075】前記表1および表2から明らかなように実施例1～8のターゲットをスパッタリングすることによりから成膜された膜は、比較例1～6のターゲットをスパッタリングすることによりから成膜された膜に比べて膜厚ばらつきが比較的小さく、かつパーティクル発生数も最大51p/winと、比較例1～6の膜に比べて極めて少なくなることがわかる。

【0076】特に、実施例1～8のターゲットのうち、最大シリサイド粒径が小さく、相対密度が大きいターゲットほど、スパッタリングにより成膜された膜のパーティクル発生数が少なくなることがわかる。

【0077】実施例1～8のスパッタリングターゲットを用いて、例えば常法により透明基板上に成膜して薄膜を形成することにより位相シフトマスクブランクを製造した。さらに、この位相シフトマスクブランクの光半透過膜をパターンニングすることにより位相シフトマスクを

製造した。

【0078】製造された位相シフトマスクブランクおよび位相シフトマスクは、パーティクルが少なく、均一な膜厚を有し、良好な特性を有していた。

【0079】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によればスパッタリング時において、従来達成することができなかった低パーティクル化、均一膜厚で、さらに耐酸性、高透過率な膜を成膜することが可能で、位相シフトマスクにおける光半透過部の薄膜の形成に極めて有用なスパッタリングターゲットおよびその製造方法を提供することができる。

【0080】また、本発明によれば膜中のパーティクルが少なく、均一な膜厚の薄膜を有する位相シフトマスクブランクおよび位相シフトマスクを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ターゲットの評価サンプル採取位置を示す平面図。

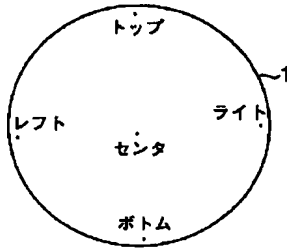
【図2】5インチウェハの評価サンプル採取位置を示す*

* 平面図。

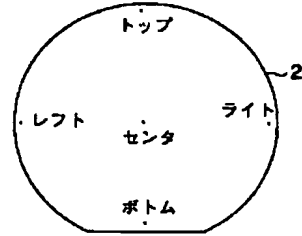
【符号の説明】

1…ターゲット、
2…膜形成されたウェハ。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 山野辺 尚
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内
(72)発明者 石上 隆
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内
(72)発明者 渡邊 光一
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 矢部 洋一郎
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東
芝電子エンジニアリング株式会社内
(72)発明者 鈴木 幸伸
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内
Fターム(参考) 2H095 BB03 BB25
4K029 BA35 BC07 CA05 DC05 DC09